

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-304405

(43)Date of publication of application : 24.10.2003

(51)Int.Cl. H04N 1/413

H03M 7/30

H04N 7/30

H04N 11/04

(21)Application number : 2002-108157 (71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 10.04.2002 (72)Inventor : KADOWAKI YUKIO

(54) IMAGE PROCESSING METHOD AND IMAGE PROCESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an image processing system, like JPEG2000, for compressing image information by truncation of the bit plane of image information in which the amount of distortion of an image can be evaluated simply at a high speed when the bit plane is truncated.

SOLUTION: The image processing method for compressing image information by truncation of the bit plane of image information comprises a step for extracting the number of most significant effective bits in each bit plane, and a step for determining the level of a bit plane being truncated based on the number of most significant effective bits thus extracted.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 22.10.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The image-processing approach characterized by having the decision step which determines the level of the bit plane which carries out truncation based on the number of said top effective bits extracted in the image-processing approach which compresses image information by the truncation of the bit plane of image information by the extract step which extracts the number of the top effective bits in each bit plane, and said extract step.

[Claim 2] In the image-processing approach which compresses image information by the truncation of the bit plane of image information The number of the top effective bits in each bit plane, and the number of the top effective bits whose bits of the level of the next low order of the top effective bits in each bit plane are effective bits, The image-processing approach characterized by having the decision step which determines the level of the bit plane which carries out truncation based on the number of said top effective bits extracted by the extract step to extract and said extract step.

[Claim 3] Said decision step is the image-processing approach according to

claim 1 or 2 characterized by determining the level of the bit plane which carries out truncation based on said deformation amount which has the presumed step which presumes the deformation amount of the image when carrying out truncation of the bit plane based on the number of said top effective bits extracted by said extract step, and was presumed by said presumed step.

[Claim 4] It is the image-processing approach according to claim 3 characterized by for said image information consisting of two or more components, and for said presumed step performing weighting for said every component, and presuming the deformation amount of an image.

[Claim 5] It is the image-processing approach according to claim 3 characterized by for said image information consisting of two or more subbands, and for said presumed step performing weighting for said every subband, and presuming the deformation amount of an image.

[Claim 6] It is the image-processing approach given in claim 1 which said image information consists of two or more subbands, and is characterized by said extract step extracting the number of said top effective bits for every subband or code block thru/or any 1 term of 3.

[Claim 7] The picture compression method of said image-processing approach is

the image-processing approach given in claim 1 characterized by being
JPEG2000 thru/or any 1 term of 6.

[Claim 8] The image processing system characterized by having a decision means to determine the level of the bit plane which carries out truncation, based on the number of said top effective bits extracted in the image processing system which compresses image information by the truncation of the bit plane of image information by extract means to extract the number of the top effective bits in each bit plane, and said extract means.

[Claim 9] In the image processing system which compresses image information by the truncation of the bit plane of image information The number of the top effective bits in each bit plane, and the number of the top effective bits whose bits of the level of the next low order of the top effective bits in each bit plane are effective bits, The image processing system characterized by having a decision means to determine the level of the bit plane which carries out truncation, based on the number of said top effective bits extracted by the extract means to extract and said extract means.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the image-processing approach and an image processing system.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a picture compression method, JPEG and JPEG2000 which are international standards are known.

[0003] Drawing 1 expresses the common image processing system which compresses image information by JPEG2000. If image data 11 is inputted into an image processing system 12, discrete wavelet transform is carried out by the transducer 13, the quantization section 14 quantizes, entropy code modulation will be carried out by the coding section 15, and code data 16 will be outputted. That is, image information is compressed from image data 11 to code data 16.

[0004] In addition, "image information" shall mean the generic name of the data derived from the image data 11, such as changed image data besides image data 11, quantized image data, and image data (code data 16) by which entropy code modulation was carried out, and image data 11.

[0005] Drawing 2 expresses the common image processing system which elongates image information by JPEG2000. If code data 21 is inputted into an image processing system 22, an entropy decryption is carried out by the decryption section 23, the reverse quantization section 24 reverse-quantizes, reverse dispersion wavelet transform will be carried out by the inverse transformation section 25, and image data 26 will be outputted. That is, image

information is elongated from code data 21 to image data 26.

[0006] The image processing system which performs picture compression, and the image processing system which performs image elongation are unified in many cases.

[0007] Drawing 3 explains a transducer 13. In JPEG2000, generally, image data 11 is divided into a tile 31 like drawing 3 A, and discrete wavelet transform (DWT) is made for every tile like drawing 3 B. Drawing shows the example which divided image data 11 into the tile 31 of the magnitude of 128x128. If discrete wavelet transform of the tile 31 of the magnitude of 128x128 is carried out on level 2 by the transducer 13, as shown in drawing, the wavelet multiplier data 32 which consist of four subband 2LL, 2LH, 2HL, and 2HH(s) of three subband 1LL, 1LH and 1HL(s) of the magnitude of 64x64, and the magnitude of 32x32 will be obtained.

[0008] Drawing 4 explains the quantization section 14. Drawing shows the example of the formula used for quantization. In the absolute value of a , and sign (a) , the sign of a and $\lfloor \cdot \rfloor$ express a floor function and, as for a and b , Δ expresses $\lfloor \cdot \rfloor$ the wavelet multiplier quantization before and after quantization, and $|a| \cdot \Delta$ a quantization step, respectively. A wavelet multiplier is quantized from a

value a by this formula to b.

[0009] Drawing 5 explains the coding section 15. Generally in JPEG2000, the subband 52 of the wavelet multiplier data 51 quantized like drawing 5 A is divided into the code block 53 if needed (about a larger subband than a code block, the division into a code block is needed.). hereafter, when calling it a code block, the subband which is not divided into a code block shall also be included -- the code block 53 is further divided into a bit plane 54 like drawing 5 B, and entropy code modulation, such as algebraic-sign-izing, is made for every bit plane like drawing 5 C. Drawing shows the example which divided the subband 52 into the code block 53 of the magnitude of 4x4 (in this case, not limited to this magnitude although the code block is made into the magnitude of 4x4), and divided the code block 53 of the magnitude of 4x4 into four bit planes 54. Entropy code modulation of the quantized wavelet multiplier data 51 is carried out every bit plane 54 by the coding section 15, and, finally code data 16 is outputted.

[0010] In addition, what is necessary is just to input the image data (component) of each color into an image processing system 12 like drawing 6 about the case where image data 11 consists of two or more colors, although the case where

image data 11 consisted of monochrome so far was explained. Although drawing 6 A inputs the image data expressed by the RGB method as it is, it may be changed and inputted into other methods, such as a YCbCr method, like drawing 6 B. Generally in JPEG2000, the method of drawing 6 B is taken. Although human being's vision is sensitive to a brightness component (Y), since this [its] is not so sensitive to a color difference component (Cb-Cr), it is for raising compressibility by compressing Cb and Cr more rather than Y.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, since the quantized wavelet multiplier data are divided into a bit plane and it encodes, in JPEG2000, compression of the image information by the cut-off of a bit plane is possible. For example, compression of the image information by what (truncation) the bit plane is omitted for from the low order side is performed.

[0012] Therefore, although data will be omitted until it becomes desired value when a certain compressibility exists as desired value, when data are naturally omitted, image quality will deteriorate. Therefore, if which omits data when omitting data, which needs to detect whether image quality deteriorates.

[0013] As this detection approach, by the approach shown by Example and

Guideline (EG) of JPEG2000, first, the deformation amount at the time of calculating the deformation amount at the time of carrying out one truncation of the bit plane from a low order side in each code block, next carrying out 2 truncation of the bit plane from a low order side is calculated, and the deformation amount when carrying out truncation of all the bit planes is calculated similarly. By the approach shown by EG of JPEG2000, when calculating a deformation amount, it decodes, where truncation is carried out and an error with subject-copy image data is investigated. MSE (Mean Squared Error) is used as an approach of investigating an error.

[0014] Thus, by the approach shown by EG of JPEG2000, in order to calculate the deformation amount at the time of carrying out truncation to each bit plane, respectively, after even each bit brain trust has done truncation, it decodes, respectively, and MSE investigates an error. Therefore, in order for the processing time for calculating a deformation amount to become very long or to shorten the processing time for calculating a deformation amount, there is a problem that a hard amount becomes very large.

[0015] Therefore, this invention makes a technical problem easy and the thing to evaluate at a high speed like JPEG2000 in the image-processing method which

compresses image information by the truncation of the bit plane of image information for the deformation amount of the image when carrying out truncation of the bit plane.

[0016]

[Means for Solving the Problem] Invention according to claim 1 has the decision step which determines the level of the bit plane which carries out truncation based on the number of said top effective bits extracted by the extract step which extracts the number of the top effective bits in each bit plane, and said extract step in the image-processing approach which compresses image information by the truncation of the bit plane of image information.

[0017] In the image-processing approach that invention according to claim 2 compresses image information by the truncation of the bit plane of image information The number of the top effective bits in each bit plane, and the number of the top effective bits whose bits of the level of the next low order of the top effective bits in each bit plane are effective bits, Based on the number of said top effective bits extracted by the extract step to extract and said extract step, it has the decision step which determines the level of the bit plane which carries out truncation.

[0018] About invention according to claim 1 or 2, said decision step has the presumed step which presumes the deformation amount of the image when carrying out truncation of the bit plane based on the number of said top effective bits extracted by said extract step, and invention according to claim 3 determines the level of the bit plane which carries out truncation based on said deformation amount presumed by said presumed step.

[0019] In invention according to claim 4, said image information consists of two or more components about invention according to claim 3, and said presumed step performs weighting for said every component, and presumes the deformation amount of an image.

[0020] In invention according to claim 5, said image information consists of two or more subbands about invention according to claim 3, and said presumed step performs weighting for said every subband, and presumes the deformation amount of an image.

[0021] In invention according to claim 6, said image information consists of two or more subbands about invention given in claim 1 thru/or any 1 term of 3, and said extract step extracts the number of said top effective bits for every subband or code block.

[0022] The picture compression method of said image-processing approach of invention according to claim 7 is JPEG2000 about invention given in claim 1 thru/or any 1 term of 6.

[0023] Invention according to claim 8 has a decision means to determine the level of the bit plane which carries out truncation, based on the number of said top effective bits extracted by extract means to extract the number of the top effective bits in each bit plane, and said extract means in the image processing system which compresses image information by the truncation of the bit plane of image information.

[0024] In the image processing system into which invention according to claim 9 compresses image information by the truncation of the bit plane of image information The number of the top effective bits in each bit plane, and the number of the top effective bits whose bits of the level of the next low order of the top effective bits in each bit plane are effective bits, It has a decision means to determine the level of the bit plane which carries out truncation to the extract means to extract based on the number of said top effective bits extracted by said extract step.

[0025] According to invention according to claim 1 or 8, truncation in

consideration of the deformation amount of an image can be carried out at easy and a high speed.

[0026] According to invention according to claim 2 or 9, truncation which took the deformation amount of an image into consideration more correctly can be carried out at easy and a high speed.

[0027] According to invention according to claim 3, easy and truncation which presumed at the high speed and took the deformation amount of an image into consideration can be carried out for the deformation amount of an image at easy and a high speed.

[0028] According to invention according to claim 4 or 5, evaluation of a deformation amount with few errors is attained more visually.

[0029] According to invention according to claim 6, when performing truncation per subband, there is little computational complexity and it ends rather than it extracts the number of the top effective bits for every code block.

[0030] In addition, "image information" is the generic name of the data (quantized wavelet multiplier data) derived from image data and image data.

[0031]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is

explained.

[0032] (Example of the gestalt of operation of this invention) Drawing 7 expresses the example of the gestalt of operation of this invention. The picture compression method of this example will be JPEG2000, like the image processing system 12 of drawing 1 , if image data 11 is inputted into picture compression equipment 12, discrete wavelet transform is carried out by the transducer 13, the quantization section 14 quantizes, entropy code modulation will be carried out by the coding section 15, and code data 16 will be outputted.

[0033] Drawing 8 A expresses what divided into the bit plane 54 the code block 53 of the wavelet multiplier data 51 obtained by this example. In JPEG2000, entropy code modulation of this bit plane is carried out with three pass (coding pass), respectively. The group is called a layer when grouping of the coding pass is carried out at the cut end of arbitration. Here, like drawing 8 B, in order to simplify explanation, the cut end of a bit plane 54 and the cut end of a layer 81 are made consistent. That is, I think that a bit plane and a layer are equal.

[0034] The truncation of a layer (bit plane) is considered.

[0035] Drawing 9 is a sectional view when cutting the code block with which layer division of drawing 8 was carried out by the Ath page of drawing 8 .

Although two-dimensional must consider essentially, since it is easy, one dimension considers. White expresses a wattless component (invalid bit) and black expresses an active principle (effective bits). The condition of having carried out truncation of the data of drawing 9 to the layer 3 is shown in drawing 10 . In this condition, the active principle of almost all data remains without being deleted. The condition of having carried out truncation of the data of drawing 9 to the layer 7 is shown in drawing 11 . If it is in this condition, the data more than one half will be lost completely. The case where truncation of the data of drawing 9 is carried out to a layer 6 is shown in drawing 12 . If it is in this condition, it turns out that the top effective bits (MSB) of almost all data remain. Moreover, the case where truncation of the data of drawing 9 is carried out to a layer 8 is shown in drawing 13 . In this case, it turns out that almost all data have disappeared.

[0036] Drawing 14 shows the number (Na) in each layer of distribution of MSB, and MSB about the data of drawing 9 . The number (Nb) in each layer of MSB whose bits of the level of the next low order of MSB are effective bits is shown in coincidence about the data of drawing 9 . It turns out by drawing 14 that many MSB components are distributed over the place of a layer 7. Thus, when the

MSB component of a wavelet multiplier carries out truncation of the distributed layer, the distribution situation of the data of the code block about the layer will change a lot. That is, it is thought between change of the number of MSB when performing truncation of a layer, and change of a deformation amount that there is correlation. Change of the deformation amount of an image can be evaluated at easy and a high speed from change of the number of MSB when performing truncation of a layer using this description. For example, truncation in consideration of the deformation amount of an image can be carried out at easy and a high speed by determining the level of the layer which carries out truncation based on the number of MSB. Furthermore, a deformation amount can be presumed based on the number of MSB, and easy and truncation which presumed at the high speed and took the deformation amount of an image into consideration can be carried out for the deformation amount of an image at easy and a high speed by determining the level of the layer which carries out truncation based on this. In addition, MSB can be easily extracted from the wavelet multiplier data 51 at once.

[0037] In this example, like drawing 7 , the wavelet multiplier data 51 are inputted into the extract section 71 from the coding section 13, and the number (Na) of

MSB in each layer is extracted by the extract section 71.

[0038] In this example, further, like drawing 7 , the extract value of Na is inputted into the decision section 72 from the extract section 71, and the level of the layer which carries out truncation is determined by the decision section 72 based on the extract value of Na. For example, establish a predetermined threshold for every layer and the extract value and threshold of Na about a layer 1 are compared. next, the extract value and threshold of Na compare the extract value and threshold of Na about a layer 2, and next concerning a layer 3 -- comparing -- ***** -- like When the sequential comparison of the extract value and threshold of Na about each layer is carried out and the extract value of Na becomes for the first time in Layer n beyond a threshold, How to determine from the layer 1 to the layer n-1 as what is done for truncation (truncation of the time of $n = 1$ is not carried out) can be considered. This threshold may be made into the same value with all layers, and may be made into a value which is different with each layer.

[0039] In this example, like drawing 7 , the extract value of Na can be made to be able to input into the presumed section 73 in the decision section 72, a deformation amount can be presumed based on the extract value of Na in the

presumed section 73, and the decision section 72 can also determine the level of the layer which carries out truncation again based on the estimate of a deformation amount. For example, when carrying out truncation of from the layer 1 to the layer n, total of the product of N_a of each layer and the level of each layer is presumed to be a deformation amount (ratio). Thus, by presuming a deformation amount based on the extract value of N_a , it becomes possible to reduce the amount of operations for calculating a deformation amount, and compaction of the processing time and reduction of a hard amount are attained.

[0040] Although this example treated the bit plane of wavelet (it quantized) multiplier data, it is applicable suitably also about the bit plane of other image information. Although JPEG2000 was made into the picture compression method, this example is applicable suitably like JPEG2000, if it is the picture compression method which can compress the image information by the truncation of the bit plane of image information.

[0041] (Example of others of the gestalt of operation of this invention) MSB has one half of the amount of information of the data of the bit. Here, to the waits of MSB occupied in all the bits of a certain image information being about $1/2$ thru/or $3/4$, when the next bit of MSB is 1 (effective bits), when the next bit of

MSB is 0 (invalid bit), the wait of MSB occupied in all the bits of a certain image information is set to about $3/4$ thru/or 1. If the number (N_b) in each layer of MSB whose bit of the level of the next low order of MSB besides the number (N_a) in each layer of MSB is 1 (effective bits) is extracted and the deformation amount of an image is evaluated based on both in order to use this property, the deformation amount of an image can be evaluated more correctly. For example, one MSB whose bit of a lower level is 0 can consider how to evaluate the deformation amount of an image, as 1.5 MSB whose bit of a lower level is 1.

[0042] Moreover, it is presuming the deformation amount of an image based on the number of MSB which treated no code blocks identically, but performed weighting for every component or subband to the number of MSB in each code block about presumption of the deformation amount by the presumed section 73, and performed weighting, and evaluation of a deformation amount with few errors is attained more visually.

[0043] If truncation of a different amount to each code block in one subband is performed when performing truncation, distortion arises between code blocks, and this may serve as a distorted error and it may be visible. For this reason, generally performing truncation not per code block unit but per subband is also

made. Therefore, when performing truncation per subband, the direction which extracts the number of MSB etc. for every subband has less computational complexity rather than extracting the number of MSB etc. for every code block, and ends.

[0044]

[Effect of the Invention] Thus, the deformation amount of the image when carrying out truncation of the bit plane like JPEG2000 by this invention in the image-processing method which compresses image information by the truncation of the bit plane of image information can be evaluated at easy and a high speed.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The common image processing system which compresses image information by JPEG2000 is expressed.

[Drawing 2] The common image processing system which elongates image information by JPEG2000 is expressed.

[Drawing 3] It is drawing explaining a transducer.

[Drawing 4] It is drawing explaining the quantization section.

[Drawing 5] It is drawing explaining the coding section.

[Drawing 6] It is drawing explaining the case where image data consists of two or more colors.

[Drawing 7] The example of the gestalt of operation of this invention is

expressed.

[Drawing 8] A bit plane and a layer are expressed.

[Drawing 9] It is drawing of the example of arrangement of the data in a layer.

[Drawing 10] It is drawing at the time of carrying out truncation of the low order 3 layer.

[Drawing 11] It is drawing at the time of carrying out truncation of the low order 7 layer.

[Drawing 12] It is drawing at the time of carrying out truncation of the low order 6 layer.

[Drawing 13] It is drawing at the time of carrying out truncation of the low order 8 layer.

[Drawing 14] It is drawing which extracted N_a and N_b of each layer.

[Drawing 15] It is drawing when the distribution in the space of an image is changing gently.

[Drawing 16] It is drawing when two poles of distribution in the space of an image have specialized.

[Description of Notations]

11 Image Data

12 Image Processing System

13 Transducer

14 Quantization Section

15 Coding Section

16 Code Data

21 Code Data

22 Image Processing System

23 Decryption Section

24 Reverse Quantization Section

25 Inverse Transformation Section

26 Image Data

31 Tile

32 Wavelet Multiplier Data

51 Quantized Wavelet Multiplier Data

52 SubBand

53 Code Block

54 Bit Plane

71 Extract Section

72 Decision Section

73 Presumed Section

81 Layer

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-304405

(P2003-304405A)

(43) 公開日 平成15年10月24日 (2003. 10. 24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 1/413		H 0 4 N 1/413	D 5 C 0 5 7
H 0 3 M 7/30		H 0 3 M 7/30	A 5 C 0 5 9
H 0 4 N 7/30		H 0 4 N 11/04	Z 5 C 0 7 8
11/04		7/133	Z 5 J 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-108157(P2002-108157)

(22) 出願日 平成14年4月10日 (2002. 4. 10)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

(72) 発明者 門脇 幸男

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
会社リコー内

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

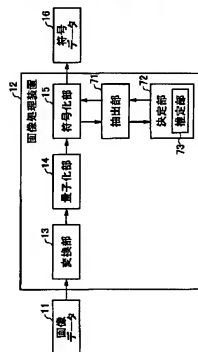
(54) 【発明の名称】 画像処理方法及び画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 J P E G 2 0 0 0 のように、画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理方式において、ビットプレーンをトランケーションしたときの画像の歪量を簡単かつ高速に評価すること。

【解決手段】 画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理方法において、各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの個数を抽出する抽出ステップと、前記抽出ステップにより抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する決定ステップと、を有することを特徴とする画像処理方法。

本発明の実施の形態の例



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理方法において、

各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの個数を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップにより抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する決定ステップと、

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】 画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理方法において、

各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの個数と、各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの次の下位のレベルのビットが有効ビットである最上位有効ビットの個数と、を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップにより抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する決定ステップと、

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 3】 前記決定ステップは、前記抽出ステップにより抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、ビットプレーンをトランケーションしたときの画像の歪量を推定する推定ステップを有し、前記推定ステップにより推定された前記歪量に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 4】 前記画像情報は、複数のコンポーネントからなり、前記推定ステップは、前記コンポーネントごとに重み付けを行って、画像の歪量を推定することを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理方法。

【請求項 5】 前記画像情報は、複数のサブバンドからなり、前記推定ステップは、前記サブバンドごとに重み付けを行って、画像の歪量を推定することを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理方法。

【請求項 6】 前記画像情報は、複数のサブバンドからなり、前記抽出ステップは、サブバンド又はコードブロックごとに前記最上位有効ビットの個数を抽出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 7】 前記画像処理方法の画像圧縮方式は、J P E G 2 0 0 0 であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 8】 画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理装置において、

各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの個数を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段により抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する決定手段と、

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】 画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理装置において、

10 各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの個数と、各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの次の下位のレベルのビットが有効ビットである最上位有効ビットの個数と、を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段により抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する決定手段と、

を有することを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理方法及び画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】画像圧縮方式としては、国際標準である J P E G や J P E G 2 0 0 0 が知られている。

【0003】図 1 は、J P E G 2 0 0 0 により画像情報を圧縮する一般的な画像処理装置を表す。画像データ 11 が画像処理装置 12 に入力されると、変換部 13 によって離散ウェーブレット変換され、量子化部 14 によって量子化され、符号化部 15 によってエントロピー符号化され、符号データ 16 が出力される。すなわち、画像データ 11 から符号データ 16 へと画像情報が圧縮される。

【0004】なお、「画像情報」とは、画像データ 11 のほか、変換された画像データ・量子化された画像データ・エントロピー符号化された画像データ（符号データ 16）など、画像データ 11 及び画像データ 11 から派生するデータの総称を意味するものとする。

【0005】図 2 は、J P E G 2 0 0 0 により画像情報を伸張する一般的な画像処理装置を表す。符号データ 21 が画像処理装置 22 に入力されると、復号化部 23 によってエントロピー復号化され、逆量子化部 24 によって逆量子化され、逆変換部 25 によって逆離散ウェーブレット変換され、画像データ 26 が出力される。すなわち、符号データ 21 から画像データ 26 へと画像情報が伸張される。

【0006】画像圧縮を行う画像処理装置と画像伸張を行う画像処理装置は、一体化されることも多い。

【0007】図 3 により変換部 13 について説明する。J P E G 2 0 0 0 では、一般的に、図 3 A のように画像データ 11 をタイル 31 に分割して、図 3 B のようにタ

3

イルごとに離散ウェーブレット変換(DWT)がなされる。図は、画像データ11を 128×128 の大きさのタイル31に分割した例を示している。 128×128 の大きさのタイル31を、変換部13によりレベル2で離散ウェーブレット変換すると、図のように、 64×64 の大きさの3つのサブバンド $1LL \cdot 1LH \cdot 1HL$ と 32×32 の大きさの4つのサブバンド $2LL \cdot 2LH \cdot 2HL \cdot 2HH$ からなるウェーブレット係数データ32が得られる。

【0008】図4により量子化部14について説明する。図は、量子化に用いる式の例を示したものである。 a と b はそれぞれ量子化前と量子化後のウェーブレット係数、 $|a|$ は a の絶対値、 $\text{sign}(a)$ は a の符号、 \square はフロア関数、 Δ は量子化ステップを表す。この式により、ウェーブレット係数は値 a から b へと量子化される。

【0009】図5により符号化部15について説明する。JPEG2000では、一般的に、図5Aのように量子化されたウェーブレット係数データ51のサブバンド52を必要に応じてコードブロック53に分割して(コードブロックより大きいサブバンドについて、コードブロックへの分割が必要となる。以下、コードブロックというときは、コードブロックに分割しないサブバンドも含むものとする)、さらに、図5Bのようにコードブロック53をビットプレーン54に分割して、図5Cのようにビットプレーンごとに算術符号化などのエントロピー符号化がなされる。図は、サブバンド52を 4×4 の大きさのコードブロック53に分割して(この場合はコードブロックを 4×4 の大きさにしているが、この大きさに限定されるものではない)、 4×4 の大きさのコードブロック53を4つのビットプレーン54に分割した例を示している。符号化部15により、量子化されたウェーブレット係数データ51はビットプレーン54ごとにエントロピー符号化され、最終的に符号データ16が出力される。

【0010】なお、ここまでは画像データ11が単色からなる場合について説明したが、画像データ11が複数色からなる場合については、図6のように、各色の画像データ(コンポーネント)を画像処理装置12に入力すればよい。図6Aは、RGB方式で表現された画像データをそのまま入力するが、図6Bのように、YCbCr方式などの他の方式に変換して入力する場合もある。JPEG2000においては、一般に、図6Bの方式がとられている。これは、人間の視覚は輝度成分(Y)に対しては敏感であるが、色差成分(Cb・Cr)に対してはそれほど敏感ではないので、YよりもCbとCrとをより圧縮することで圧縮率を高めるためである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、JPEG2000では、量子化されたウェーブレット係数デ

4

ータをビットプレーンに分割して符号化するので、ビットプレーンの切り捨てによる画像情報の圧縮が可能である。例えば、ビットプレーンを下位側から切り捨てていく(トランケーション)ことによる画像情報の圧縮が行われている。

【0012】よって、ある圧縮率が目標値として存在する場合、目標値になるまでデータを切り捨てていくことになるが、当然データを切り捨てていくと画質が劣化していくことになる。そのため、データを切り捨てる場合にどれだけデータを切り捨てるとどれだけ画質が劣化するかを検出する必要がある。

【0013】この検出方法として、JPEG2000のExample and Guideline(EG)で示されている方法では、まず、各コードブロックにおいてビットプレーンを下位側から1つトランケーションした場合の歪量を求め、次に、ビットプレーンを下位側から2つトランケーションした場合の歪量を求め、同様に、すべてのビットプレーンをトランケーションしたときの歪量を求める。JPEG2000のEGで示されている方法では、歪量を求める場合、トランケーションした状態でデコードを行って原画像データとの誤差を調べる。誤差を調べる方法としては、MSE(Mean Squared Error)を使用している。

【0014】このように、JPEG2000のEGで示されている方法では、各ビットプレーンまでトランケーションした場合の歪量をそれぞれ求めるために、各ビットプレーンまでトランケーションした状態でそれぞれデコードを行ってMSEで誤差を調べる。よって、歪量を求めるための処理時間が非常に長くなる、又は、歪量を求めるための処理時間を短くするためにハードウェアが非常に大きくなるという問題がある。

【0015】したがって、本発明は、JPEG2000のように、画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理方式において、ビットプレーンをトランケーションしたときの画像の歪量を簡単かつ高速に評価することを課題とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理方法において、各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの個数を抽出する抽出ステップと、前記抽出ステップにより抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する決定ステップと、を有する。

【0017】請求項2に記載の発明は、画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理方法において、各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの個数と、各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの次の下位のレベルのビットが有効ビッ

トである最上位有効ビットの個数と、を抽出する抽出ステップと、前記抽出ステップにより抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する決定ステップと、を有する。

【0018】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明に関して、前記決定ステップは、前記抽出ステップにより抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、ビットプレーンをトランケーションしたときの画像の歪量を推定する推定ステップを有し、前記推定ステップにより推定された前記歪量に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する。

【0019】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明に関して、前記画像情報は、複数のコンポーネントからなり、前記推定ステップは、前記コンポーネントごとに重み付けを行って、画像の歪量を推定する。

【0020】請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の発明に関して、前記画像情報は、複数のサブバンドからなり、前記推定ステップは、前記サブバンドごとに重み付けを行って、画像の歪量を推定する。

【0021】請求項6に記載の発明は、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の発明に関して、前記画像情報は、複数のサブバンドからなり、前記抽出ステップは、サブバンド又はコードブロックごとに前記最上位有効ビットの個数を抽出する。

【0022】請求項7に記載の発明は、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の発明に関して、前記画像処理方法の画像圧縮方式は、J P E G 2 0 0 0 である。

【0023】請求項8に記載の発明は、画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理装置において、各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの個数を抽出する抽出手段と、前記抽出手段により抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する決定手段と、を有する。

【0024】請求項9に記載の発明は、画像情報のビットプレーンのトランケーションにより画像情報を圧縮する画像処理装置において、各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの個数と、各ビットプレーンにおける最上位有効ビットの次の下位のレベルのビットが有効ビットである最上位有効ビットの個数と、を抽出する抽出手段と、前記抽出ステップにより抽出された前記最上位有効ビットの個数に基づいて、トランケーションするビットプレーンのレベルを決定する決定手段と、を有する。

【0025】請求項1又は8に記載の発明によれば、画像の歪量を考慮したトランケーションを簡単かつ高速に実施することができる。

【0026】請求項2又は9に記載の発明によれば、画像の歪量をより正確に考慮したトランケーションを簡単かつ高速に実施することができる。

【0027】請求項3に記載の発明によれば、画像の歪量を簡単かつ高速に推定し、かつ、画像の歪量を考慮したトランケーションを簡単かつ高速に実施することができる。

【0028】請求項4又は5に記載の発明によれば、より視覚的に誤差が少ない歪量の評価が可能になる。

【0029】請求項6に記載の発明によれば、サブバンド単位でトランケーションを行う場合、コードブロックごとに最上位有効ビットの個数を抽出するよりも、計算量が少なくて済む。

【0030】なお、「画像情報」とは、画像データ及び画像データから派生するデータ（量子化されたウェーブレット係数データ等）の総称である。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について説明する。

【0032】（本発明の実施の形態の例）図7は、本発明の実施の形態の例を表す。本実施例の画像圧縮方式はJ P E G 2 0 0 0であり、図1の画像処理装置12と同様に、画像データ11が画像圧縮装置12に入力されると、変換部13によって離散ウェーブレット変換され、量子化部14によって量子化され、符号化部15によってエントロピー符号化され、符号データ16が出力される。

【0033】図8Aは、本実施例によって得られるウェーブレット係数データ51のコードブロック53をビットプレーン54に分割したものを表す。J P E G 2 0 0 0では、このビットプレーンをそれぞれ3つのパス（コーディングパス）でエントロピー符号化する。コーディングパスを任意の切り口でグループ化したとき、そのグループをレイヤーと呼ぶ。ここでは、図8Bのように、説明を簡単にするために、ビットプレーン54の切り口とレイヤー81の切り口を合わせる。つまり、ビットプレーンとレイヤーは等しいと考える。

【0034】レイヤー（ビットプレーン）のトランケーションについて考える。

【0035】図9は、図8のレイヤー分割されたコードブロックを、図8のA面で切断したときの断面図である。本来は2次元で考察しなければならないが簡単のため1次元で考察する。白色は無効成分（無効ビット）、黒色は有効成分（有効ビット）を表す。図9のデータをレイヤー3まででトランケーションした状態を図10に示す。この状態ではほとんどのデータの有効成分は削除されずに残っている。図9のデータをレイヤー7まででトランケーションした状態を図11に示す。この状態だと半分以上のデータが完全になくなってしまっている。図9のデータをレイヤー6まででトランケーションした場合を図12に示す。この状態であればほとんどのデータの最上位有効ビット（MSB）は残っていることがわかる。また図9のデータをレイヤー8まででトランケーション

した場合を図13に示す。この場合、ほとんどのデータが消失していることがわかる。

【0036】図14は、図9のデータに関して、MSBの分布とMSBの各レイヤーにおける個数(Na)を示す。同時に、図9のデータに関して、MSBの次の下位のレベルのビットが有効ビットであるMSBの各レイヤーにおける個数(Nb)を示している。図14でわかるのはレイヤー7のところにMSB成分が多く分布していることである。このように、ウェーブレット係数のMSB成分が多く分布しているレイヤーをトランケーションしてしまおうと、そのレイヤーに関するコードブロックのデータの分布状況が大きく変わってしまうことになる。すなわち、レイヤーのトランケーションを行ったときのMSBの個数の変化と歪量の変化との間には相関があると考えられる。この特徴を利用して、レイヤーのトランケーションを行ったときのMSBの個数の変化から画像の歪量の変化を簡単かつ高速に評価することができる。例えば、MSBの個数に基づいてトランケーションするレイヤーのレベルを決定することで、画像の歪量を考慮したトランケーションを簡単かつ高速に実施することができる。さらに、MSBの個数に基づいて歪量を推定し、これに基づいてトランケーションするレイヤーのレベルを決定することで、画像の歪量を簡単かつ高速に推定し、かつ、画像の歪量を考慮したトランケーションを簡単かつ高速に実施することができる。なお、MSBはウェーブレット係数データ51から1回で簡単に抽出できる。

【0037】本実施例では、図7のように、ウェーブレット係数データ51は符号化部13から抽出部71へと入力され、抽出部71により、各レイヤー内におけるMSBの個数(Na)が抽出される。

【0038】本実施例ではさらに、図7のように、Naの抽出値は抽出部71から決定部72へと入力され、決定部72により、トランケーションするレイヤーのレベルが、Naの抽出値に基づいて決定される。例えば、レイヤーごとに所定の閾値を設けて、レイヤー1に関するNaの抽出値と閾値とを比較し、次にレイヤー2に関するNaの抽出値と閾値とを比較し、次にレイヤー3に関するNaの抽出値と閾値とを比較し、というように、各レイヤーに関するNaの抽出値と閾値とを順次比較し、レイヤーnにおいて初めてNaの抽出値が閾値以上になったとき、レイヤー1からレイヤーn-1までをトランケーションする(n=1のときはトランケーションしない)ことに決定するという方法が考えられる。この閾値は、全レイヤーで同じ値にしてもよいし、各レイヤーで異なる値にしてもよい。

【0039】本実施例ではまた、図7のように、決定部72においてNaの抽出値を推定部73へと入力させ、推定部73においてNaの抽出値に基づいて歪量を推定し、決定部72により、トランケーションするレイヤー

のレベルを、歪量の推定値に基づいて決定することもできる。例えば、レイヤー1からレイヤーnまでをトランケーションする場合、各レイヤーのNaと各レイヤーのレベルとの積の総和を、歪量(の比)と推定する。このように、Naの抽出値に基づいて歪量を推定することによって、歪量を求めるための演算量を削減することが可能になり、処理時間の短縮やハード量の削減が可能になる。

【0040】本実施例は、(量子化された)ウェーブレット係数データのビットプレーンを扱ったが、他の画像情報のビットプレーンについても適宜適用できる。本実施例は、JPEG2000を画像圧縮方式としたが、JPEG2000のように、画像情報のビットプレーンのトランケーションによる画像情報の圧縮が可能な画像圧縮方式であれば適宜適用できる。

【0041】(本発明の実施の形態のその他の例)MSBはそのビットのデータの1/2の情報量を持っている。ここで、MSBの次のビットが1(有効ビット)の場合は、ある画像情報の全ビットに占めるMSBのウェイトは約1/2乃至3/4なのに対して、MSBの次のビットが0(無効ビット)の場合は、ある画像情報の全ビットに占めるMSBのウェイトは約3/4乃至1となる。この特性を利用するために、MSBの各レイヤーにおける個数(Na)のほか、MSBの次の下位のレベルのビットが1(有効ビット)であるMSBの各レイヤーにおける個数(Nb)も抽出し、両者に基づいて画像の歪量を評価すると、より正確に画像の歪量を評価することができる。例えば、下位レベルのビットが0であるMSB1個は、下位レベルのビットが1であるMSB1.5個分として、画像の歪量を評価する方法が考えられる。

【0042】また、推定部73による歪量の推定に関して、すべてのコードブロックを同一に扱うのではなく、各コードブロックにおけるMSBの個数に対して、それぞれのコンポーネント又はサブバンドごとに重み付けを行い、重み付けを行ったMSBの個数に基づいて画像の歪量を推定することで、より視覚的に誤差が小さい歪量の評価が可能になる。

【0043】トランケーションを行う場合、ひとつのサブバンド内の各コードブロックに対して異なる量のトランケーションを行うと、コードブロック間に歪が生じ、これが歪誤差となって見えてくる場合がある。このため、一般に、トランケーションをコードブロック単位ではなくサブバンド単位で行うこともなされている。よって、サブバンド単位でトランケーションを行う場合、コードブロックごとにMSBの個数等を抽出するよりも、サブバンドごとにMSBの個数等を抽出する方が、計算量が少なくてむ。

【0044】【発明の効果】このように、本発明により、JPEG2000のように、画像情報のビットプレーンのトランケ

ーションにより画像情報を圧縮する画像処理方式において、ビットプレーンをトランケーションしたときの画像の歪量を簡単かつ高速に評価することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】JPEG2000により画像情報を圧縮する一般的な画像処理装置を表す。

【図2】JPEG2000により画像情報を伸張する一般的な画像処理装置を表す。

【図3】変換部について説明する図である。

【図4】量子化部について説明する図である。

【図5】符号化部について説明する図である。

【図6】画像データが複数色からなる場合について説明する図である。

【図7】本発明の実施の形態の例を表す。

【図8】ビットプレーンとレイヤーを表す。

【図9】レイヤー内のデータの配置例の図である。

【図10】下位3レイヤーをトランケーションした場合の図である。

【図11】下位7レイヤーをトランケーションした場合の図である。

【図12】下位6レイヤーをトランケーションした場合の図である。

【図13】下位8レイヤーをトランケーションした場合の図である。

【図14】各レイヤーのNaとNbとを抽出した図である。

【図15】画像の空間内の分布が緩やかに変化している*

* 場合の図である。

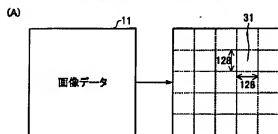
【図16】画像の空間内の分布が2極分化している場合の図である。

【符号の説明】

- 11 画像データ
- 12 画像処理装置
- 13 変換部
- 14 量子化部
- 15 符号化部
- 16 符号データ
- 21 符号データ
- 22 画像処理装置
- 23 復号部
- 24 逆量子化部
- 25 逆変換部
- 26 画像データ
- 31 タイル
- 32 ウェーブレット係数データ
- 51 量子化されたウェーブレット係数データ
- 52 サブバンド
- 53 コードブロック
- 54 ビットプレーン
- 71 抽出部
- 72 決定部
- 73 推定部
- 81 レイヤー

【図3】

変換部について説明する図



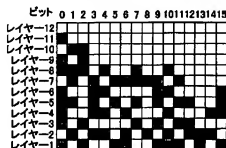
【図4】

量子化部について説明する図

$$b = \text{sign}(a) \cdot \left\lceil \frac{|a|}{\Delta} \right\rceil$$

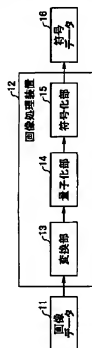
【図9】

レイヤー内のデータの配置例の図



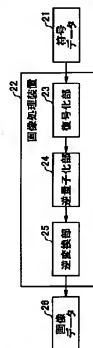
【図1】

JPEG2000により画像情報を圧縮する一般的な画像処理装置



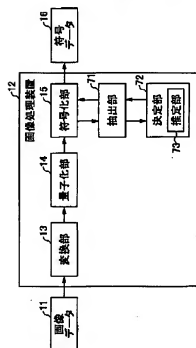
【図2】

JPEG2000により画像情報を伸張する一般的な画像処理装置



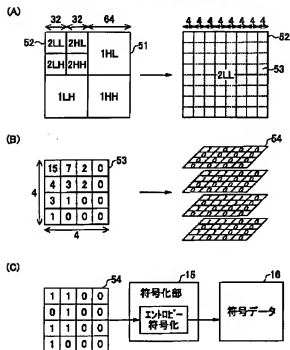
【図7】

本発明の実施の形態の例



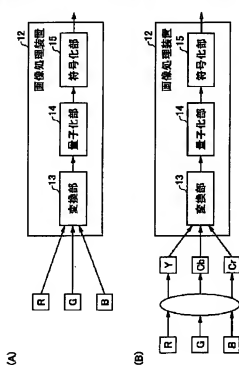
【図5】

符号化部について説明する図



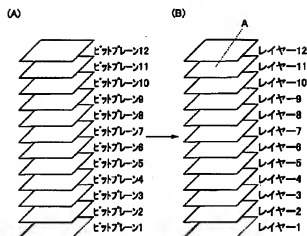
【図6】

画像データが複数色からなる場合について説明する図



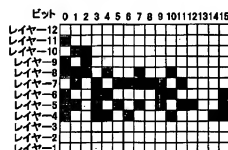
【図8】

ビットプレーンとレイヤーを表す図



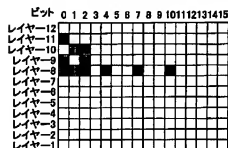
【図10】

下位3レイヤーをトランケーションした場合の図



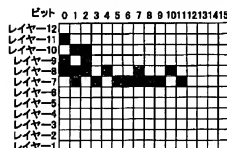
【図11】

下位7レイヤーをトランケーションした場合の図



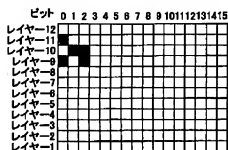
【図12】

下位8レイヤーをトランケーションした場合の図



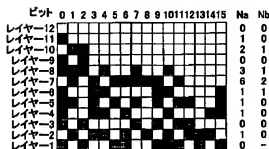
【図13】

下位8レイヤーをトランケーションした場合の図



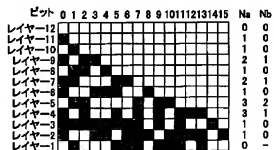
【図14】

各レイヤーのNaとNbを抽出した図



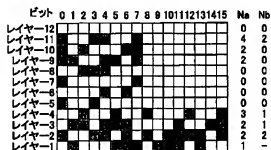
【図15】

画像の空間内の分布が緩やかに変化している場合の図



【図16】

画像の空間内の分布が2極分化している場合の図



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C057 EA02 EA07 EL01 EM07 EM12

GH03 GH05

5C059 KK47 MA00 MA24 MA35 MC11

MC38 ME11 PP16 TA49 TB00

TB17 TC00 TC01 TC04 TC06

TD07 TD12 UA02 UA15

5C078 AA04 BA53 BA64 CA02 CA22

DA01 DA07

5J064 AA03 BA16 BB14 BC02 BC16